

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОВОЙ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ С КОТЛОМ-  
УТИЛИЗАТОРОМ НА ПРИМЕРЕ САМАРСКОЙ ТЭЦ**

**INCREASING EFFICIENCY OF HEAT POWER PLANT BY  
INSTALLATION GAS TURBINE AND HEAT RECOVERY STEAM  
GENERATOR BASED ON SAMARSKAYA TPP**

Чугунов Д. О., Кудинов А. А.

Самарский государственный технический университет, г. Самара,  
Sarychellos@ya.ru

Chugunov D. O., Kudinov A. A.

Samara State Technical University, Samara

**Аннотация:** В работе проанализирована тепловая схема Самарской ТЭЦ, предложен способ покрытия дефицита водяного пара для работы оборудования в номинальном режиме за счет применения парогазовых технологий. Изложены результаты по разработке тепловой схемы газотурбинной установки с котлом-утилизатором и методика расчета.

**Abstract:** The thermal scheme of the Samara TPP was analyzed and was proposed a method for covering the water vapor deficit for operation of equipment in the nominal mode due to use of combined-cycle technologies. A new thermal scheme of a gas turbine with a HRSG was developed and made calculation of this installation to prove the efficiency of proposed approach.

**Ключевы е слова:** *теплоэлектроцентраль, тепловая схема, газотурбинная установка, котел-утилизатор, тепловой расчёт*

**Key words:** *heat power plant, thermal scheme, gas turbine installation, heat recovery steam generator, thermal calculation*

Паротурбинные установки (ПТУ) составляют основу современной теплоэнергетики. Одним из главных достоинств паротурбинных ТЭС является возможность создания установок большой единичной мощности (до 1000 МВт и выше) и использования всех видов топлива, включая ядерное [1, 2]. Тем не менее, энергетической стратегией Российской Федерации на период до 2030 г. в области отечественной энергетики предусматривается строительство и ввод в эксплуатацию на тепловых электрических станциях (ТЭС) парогазовых установок утилизационного типа (ПГУ-У), что обусловлено их высоким КПД, маневренностью и умеренной удельной стоимостью [3, 4].

В настоящей работе рассматривается способ повышения эффективности работы оборудования Самарской ТЭЦ путем использования газотурбинной установки с котлом-утилизатором.

На Самарской ТЭЦ филиала ПАО «Т ПЛЮС» установлено и эксплуатируется пять энергетических котлов типа БКЗ–420–140 НГМ, работающих на природном газе под наддувом, и пять паровых турбин, из них три турбины Т–100/120–130–3, одна турбина Р–50–130/13 и одна – ПТ–60–130/13 [5, 6].

Требуемое количество пара для номинальной работы этих турбин из инструкций по эксплуатации турбинного оборудования Самарской ТЭЦ:

Т-100/120-130-3	460 т/ч (127,8 кг/с);
Р-50-130/13	450 т/ч (125 кг/с);
ПТ-60-130/13	387 т/ч (108 кг/с).

Общее количество пара для работы турбин при номинальных параметрах:  $D = 2217$  т/ч.

Максимальный расход пара энергетических котлов Самарской ТЭЦ при работе турбин в номинальном режиме, учитывая расходы на собственные нужды и потери:

$$D_{\text{кот}}^{\text{макс}} = D + a_{\text{сн}} \cdot D = 2217 + 0.06 \cdot 2217 = 2350$$

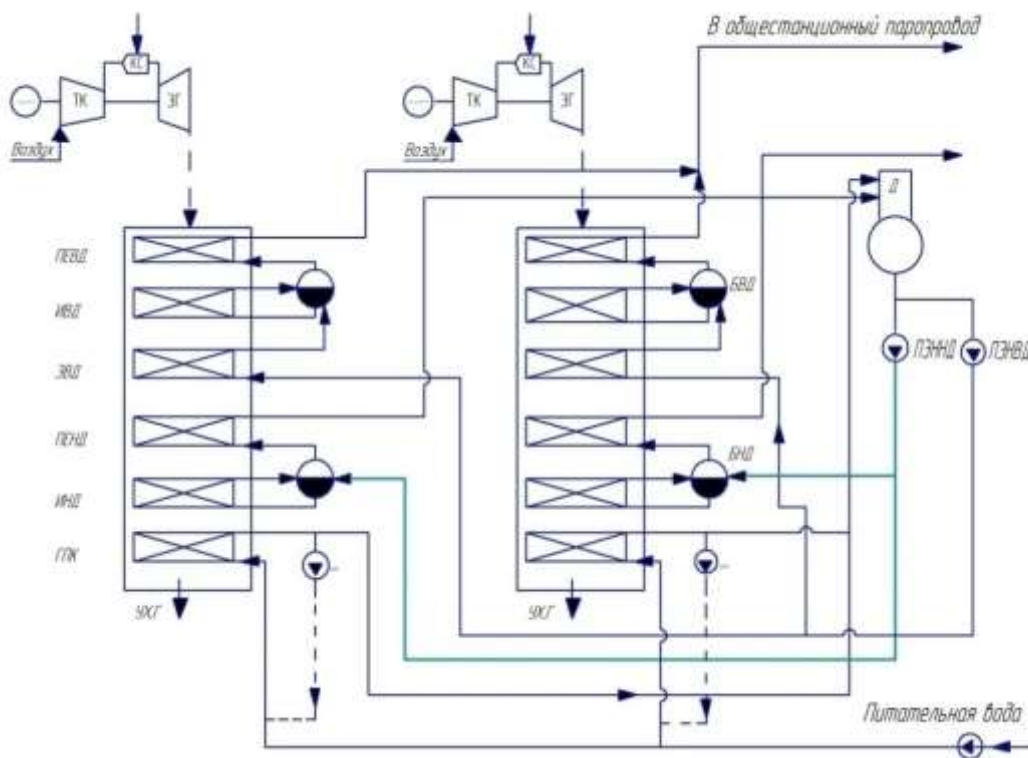
Количество производимого пара котлами БКЗ 420-140 НГМ:

$$D_{\text{выр}} = 5 \cdot D_{\text{выр}} = 5 \cdot 420 = 2100$$

Не достающее количество пара составит:

$$D_{\text{кот}}^{\text{макс}} - D_{\text{выр}} = 2350 - 2100 = 250$$

Чтобы компенсировать недостаток пара предлагается установить 2 ГТУ GE MS6001FA и 2 котла-утилизатора (КУ) (рисунок).



Расчетная тепловая схема ПГУ с двухконтурным КУ

Проведен тепловой расчет парогазовой установки в конденсационном режиме по методике, изложенной в [4]. После определения теплофизических характеристик уходящих газов [7–9], расчета котла-утилизатора были рассчитаны параметры работы установки: тепловая мощность, полученная паром в двух котлах–утилизаторах составляет:  $Q=224,6$  МВт. Расход пара высоких параметров ( $p_{\text{ПЕ}}=13,65$  МПа;  $t_{\text{ПЕ}}=550$  °С), генерируемого двумя

котлами–утилизаторами:  $D=280$  т/ч. Абсолютный электрический КПД брутто ПГУ:  $\eta_{\text{э}}^{\text{ПГУ}}=0,5272$  (52,72 %). Электрическая мощность:  $N_{\text{э}}^{\text{ПГУ}}=151,8$  МВт; удельный расход условного топлива  $b_{\text{усл}} = 233,8$  г/кВт·ч.

Таким образом, количество производимого пара после реконструкции на ТЭЦ составит:

$$D = 2100 + 280 = 2380 \text{ т/ч.}$$

Это позволит в полной мере покрыть расход пара, как на работу турбоагрегатов в номинальном режиме, так и на собственные нужды станции.

Эффективность схемных решений расширения ТЭС парогазовой установкой оценивалась чистым дисконтированным доходом и внутренней нормой рентабельности. Период окупаемости является дополнительным показателем:

- внутренняя норма рентабельности 93,9 %;
- чистый поток денежных средств 2301,5 млн за 12 лет.

#### Список использованных источников

1. Цанев С. В., Буров В. Д., Ремезов А. Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. М. : Издательский дом МЭИ, 2009. 584 с.
2. Кудинов А. А. Горение органического топлива: учеб. пособие для вузов. М. : ИНФРА-М, 2015. 390 с.
3. Усов С. В., Кудинов А. А. Анализ технико-экономических показателей Сызранской ТЭЦ после ее модернизации с установкой ПГУ-200 // Энергетик. 2013. № 12. С. 43–45.
4. Кудинов А. А., Зиганшина С. К. Парогазовые установки тепловых электрических станций: учеб. пособие. Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2014. 210 с.
5. Кудинов А. А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: учеб. пособ. М. : ИНФРА-М, 2015. 325 с.
6. Кудинов А. А., Зиганшина С. К., Чугунов Д. О. Экономический анализ проекта расширения Самарской ТЭЦ газотурбинной установкой // Энергосбережение и водоподготовка. 2016. № 6 (104). С. 53–55.
7. Кириллин В. А., Сычев В. В., Шейндлин А. Е. Техническая термодинамика. М. : Издательский дом МЭИ, 2007. 472 с.
8. Кудинов А. А. Строительная теплофизика: учеб. пособие для вузов. М. : ИНФРА-М, 2013. 262 с.
9. Кудинов А. А. Техническая гидромеханика: учеб. пособие для вузов. М. : Машиностроение, 2008. 368 с.